

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:  
Hee Il Wang  
Serial No:  
Filed: Herewith  
For: METHOD FOR COMPENSATING ROTATIONAL  
POSITION ERROR OF ROBOT CLEANER

Art Unit:

Examiner:

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:


Enclosed herewith is a certified copy of Korean patent application No. 10-2002-88350 which was filed on December 31, 2002, and from which priority is claimed under 35 U.S.C. Section 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: September 26, 2003

By: \_\_\_\_\_

  
Jonathan Y. Kang  
Registration No. 38,199  
F. Jason Far-Hadian  
Registration No. 42,523  
Amit Sheth  
Registration No. 50,176  
Attorney for Applicant(s)

LEE, HONG, DEGERMAN, KANG & SCHMADEKA  
801 S. Figueroa Street, 14th Floor  
Los Angeles, California 90017  
Telephone: (213) 623-2221  
Facsimile: (213) 623-2211



This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0088350  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 31일  
Date of Application DEC 31, 2002

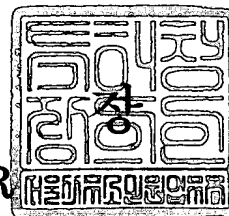
출원인 : 엘지전자 주식회사  
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2003      년      09      월      09      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0024
【제출일자】	2002.12.31
【국제특허분류】	H04N 001/00
【발명의 명칭】	로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법
【발명의 영문명칭】	GYRO OFFSET COMPENSATION METHOD OF ROBOT CLEANER
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	박장원
【대리인코드】	9-1998-000202-3
【포괄위임등록번호】	2002-027075-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	왕희일
【성명의 영문표기】	WANG,Hee Il
【주민등록번호】	720810-1074613
【우편번호】	137-073
【주소】	서울특별시 서초구 서초3동 1458-8 하안빌라 2층 4호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박장원 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	15 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	11 항 461,000 원
【합계】	490,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법에 관한 것으로, 자이로의 오프셋값을 보정하여 로봇 청소기의 방향 오차를 보상함으로써 자이로 센서의 오프셋 변화에 의한 방향 오차를 최소화하도록 한 것이다. 이를 위하여 본 발명은 자이로 오프셋 보정 모드이면, 로봇 청소기를 일정시간 정지시킨후, 자이로 오프셋을 수집하는 단계와; 수집한 자이로 오프셋으로부터 평균과 표준편차를 구하는 단계와; 상기 평균과 표준편차를 이용하여, 확률적으로 노이즈인 자이로 오프셋을 배제한 값들을 평균하여 새로운 자이로 오프셋을 구하는 단계와; 새로운 자이로 오프셋에 의해 방향오차를 보상하는 단계로 수행한다.

**【대표도】**

도 3

**【명세서】****【발명의 명칭】**

로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법{GYRO OFFSET COMPENSATION METHOD OF ROBOT CLEANER}

**【도면의 간단한 설명】**

도1은 본 발명 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법이 적용되는 장치의 구성을 보인 블록도.

도2는 본 발명 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법이 적용되는 좌표계를 보인도.

도3은 본 발명의 실시예에 따른 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법에 대한 동작 흐름도.

도4는 도3에 있어서, 자이로 오프셋 보정을 보인도.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<5> 본 발명은 로봇 청소기에 관한 것으로, 특히 자이로의 오프셋값을 보정하여 로봇 청소기의 방향 오차를 보상함으로써 자이로 센서의 오프셋 변화에 의한 방향 오차를 최소화하도록 한 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법에 관한 것이다.

<6> 일반적으로, 로봇 청소기는 청소 작업을 벽면을 따라 청소하면서 청소할 영역을 파악하여 제자리로 돌아오는 단계와 그 파악된 청소영역에 대한 청소의 경로를 만들어서 계획된 경로대로 청소하는 단계와 청소가 완료되면 충전기로 이동하여 자동 충전하는 단계로 동작한다.

- <7> 이때, 상기 청소작업의 각 단계마다, 로봇 청소기의 위치를 정확히 계산하는 것이 청소 성능을 결정하는 중요한 요소로 작용하는데, 특히 일정한 패턴으로 청소를 하는 단계에서 로봇 청소기의 방향 오차의 크기가 청소 성능에 결정적인 영향을 미친다.
- <8> 로봇 청소기의 절대 위치를 계산하는 방법으로는 GPS를 이용하는 방법이 있고, 상대 위치를 결정하는 방법으로는 엔코더로부터 회전속도와 직진속도를 구하고 이를 적분하여 위치를 구하는 방법과 카메라를 이용하여 벽면이나 천장의 특징으로부터 위치와 방향을 결정하는 방법과 가속도 센서로부터 구한 가속도 값을 두 번 적분하여 x,y 값을 결정하는 방법과 자이로 센서의 출력값인 회전속도를 적분하여 방향을 구하는 방법 등이 있다.
- <9> 회전 방향을 구하는 경우에 있어서, GPS를 사용하는 경우에 절대 위치를 제공하는 장점이 있으나 건물 내부와 같은 한정된 공간에서 사용하기에 그 정밀도가 낮아서 건물 내에서 실질적으로 사용하기 어렵고, 엔코더를 사용하는 경우는 구현 비용이 저렴한 반면 바닥면의 상태, 조립 오차, 슬립 등에 의해 회전 오차가 발생하는데, 그 오차의 크기를 알기 어렵다.
- <10> 특히, 자이로 센서에 의해 위치정보의 방향정보를 계산하는 로봇 청소기에 있어서, 시간에 따라 변화하는 자이로 오프셋값을 보정하지 않으면 방향오차가 누적된다.
- <11> 즉, 회전속도를 측정하는 자이로 센서는, 바닥면의 상태, 외부 충격, 물체와의 충돌할 경우에 생기는 엔코더의 오차가 생기지 않는 장점이 있지만 출력값의 오프셋에 의해 방향 오차가 누적되어 청소성능을 저하시키는 문제점이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <12> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 자이로의 오프셋값을 보정하여 로봇 청소기의 방향 오차를 보상함으로써 자이로 센서의 오프셋 변화에 의한 방향 오차를 최소화하도록 한 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법을 제공함에 그 목적이 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <13> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 자이로 오프셋 보정 모드이면, 로봇 청소기를 일정시간 정지시킨후, 자이로 오프셋을 수집하는 단계와; 수집한 자이로 오프셋으로부터 평균과 표준편차를 구하는 단계와; 상기 평균과 표준편차를 이용하여, 확률적으로 노이즈인 자이로 오프셋을 배제한 값들을 평균하여 새로운 자이로 오프셋을 구하는 단계와; 새로운 자이로 오프셋에 의해 방향오차를 보상하는 단계로 수행함을 특징으로 한다.
- <14> 이하, 본 발명에 의한 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법에 대한 작용 및 효과를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <15> 도1은 본 발명 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법이 적용되는 장치의 구성을 보인 블록도이고, 도3은 본 발명 실시예에 따른 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정동작을 보인 흐름도이다.
- <16> 먼저, 로봇 청소기의 위치( $X_n, Y_n, \Psi_n$ )는, 하기의 수학식1에 의하여 샘플링 시간마다 갱신된다.

<17> [수학식1]

$$<18> \quad X_{n+1} = X_n + \cos \Psi_n V_n \Delta t$$

$$<19> \quad Y_{n+1} = Y_n + \sin \Psi_n V_n \Delta t$$

<20>  $\Psi_{n+1} = \Psi_n + \omega_n \Delta t$

<21> 여기서,  $(X_n, Y_n, \Psi_n)$ :로봇 청소기의 위치

<22>  $V_n$ :로봇 청소기의 진행방향 속도

<23>  $\omega_n$ :로봇 청소기의 회전방향 속도

<24>  $\Delta t$ :샘플링시간

<25> 이때, 사용되는 좌표계는 도2와 같고, 로봇 청소기의 진행방향 속도는 가속도계나 엔코더를 이용하여 구하며, 로봇 청소기의 회전방향의 속도는 자이로 센서의 출력값으로부터 계산한다.

<26> 즉, 상기 로봇 청소기의 회전속도는 하기의 수학식2에 의해 계산되고, 이 회전속도를 누적 합산하여 로봇 청소기의 방향이 계산되는데, 실질적으로 자이로 오프셋값이 시간 및 환경에 따라 변화되므로 이 변화된 자이로 오프셋값을 보정해 주어야 정확한 방향이 계산된다.

<27> [수학식2]

<28>  $\omega_n = C(G_n - G_{\text{offset}})$

<29> 여기서,  $G_n$ :자이로센서의 출력값

<30>  $G_{\text{offset}}$ :속도가 '0'일 때의 자이로 센서의 출력값, 자이로 오프셋

<31>  $C$ :자이로 센서의 출력값을 회전속도로 변환하는 스케일 벡터

<32> 여기서, 본 발명 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법을 설명하면, 우선 자이로 오프셋 보정 모드이면, 로봇 청소기를 일정시간 정지시킨후(S91), 자이로 오프셋을 수집하는데(S92), 즉 로봇 청소기를 정지시킨 상태에서 충분한 개수의 자이로의 출력값을 수집한다.



<33> 그 다음, 상기 수집한 자이로 오프셋으로부터 평균과 표준편차를 구하는데, 그 평균과 표준오차는 하기의 수학식3에 의해 계산한다.

<34> [수학식3]

$$\text{<35> } m_{G,1} = \frac{\sum_{i=1}^N G_i}{N}, \quad \sigma_{G,1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (G_i - m_{G,1})^2}{N}$$

<36> 그 다음, 상기 평균과 표준편차를 이용하여, 확률적으로 노이즈인 자이로 오프셋을 배제한 값들을 평균하여 새로운 자이로 오프셋을 구한다(S93).

<37> 이때, 상기 새로운 자이로 오프셋은, 하기 수학식4에 의해 계산한다.

<38> [수학식4]

$$\text{<39> } G_{\text{offset}} = m_{G,2} = \frac{\sum_{i=1}^N G_i V_i}{\sum_{i=1}^N V_i}$$

<40> 여기서,  $|G_i - m_{G,1}| < k_1 \sigma_{G,1}$ 이면  $V_i$ 는 '1'이고,  $|G_i - m_{G,1}| \geq k_1 \sigma_{G,1}$ 이면  $V_i$ 는 '0'이다.

<41> 이때, 상기과 같이 새로운 자이로 오프셋이 결정되면, 이후의 회전 속도는 새로 갱신된 자이로 오프셋을 사용하여 계산되는데, 도4의 (c)와 같이 새로운 자이로 오프셋이 결정되기 전의 시간동안은, 기존의 자이로 오프셋이 고정되어 있는 것으로 보고 회전량을 계산하였으나 그 기간동안에 자이로의 오프셋값이 변화한 것을 반영하지 못하고 있으므로, 이러한 자이로 오프셋값의 변화를 반영하기 위하여, 상기 새로운 자이로 오프셋에 의해 방향오차를 보상한다 (S94).

<42> 만약, 도4의 (d)와 같이, 자이로 오프셋이 이전 자이로 오프셋에서 새로운 자이로 오프셋으로 선형적으로 변화되면, 그 기간동안의 자이로 오프셋에 의한 회전량을 계산하여, 그 회

전량을 이전 자이로 오프셋에 의한 회전량에서 감산하여 회전량 오차를 보상하는데, 상기 보상된 회전량은 하기의 수학식5에 의해 구한다.

<43> [수학식5]

$$\Psi_{n+1} = \Psi_{n+1} - \Psi_{\text{compen}} = \Psi_{n+1} - \frac{1}{2} (G_{\text{offset},n} - G_{\text{offset},o})(t_n - t_o)$$

<45> 여기서, 상기와 같은 자이로 오프셋 보정은 수행하는 시점은, 로봇 청소기의 청소 각 단계별로 시작시(S20)에, 일정 시간동안 정지하여 자이로 오프셋 값을 보정하는데(S90)발생하는데, 즉 상기 자이로 오프셋 보정이 수행되는 시점은, 벽을 따라가면서 청소하는 단계의 시작시점이나, 파악된 청소영역에 대한 지도 정보를 만들고 그 지도 정보를 이용하여 일정한 패턴으로 청소하는 단계의 시작 시점이나, 청소가 완료된 후 충전 스테이션으로 이동하여 충전하는 단계의 시작 시점에 이루어진다.

<46> 그리고, 정해진 일정 시간 간격마다 자이로 오프셋을 보정하는 경우로서 각 단계별로 청소작업을 수행하면서 순간 정지 했을 때 지정한 시간이 경과 했으면 (S60), 일정시간 동안 정지하여 자이로 오프셋 값을 보정한다(S90).

<47> 또한, 청소작업 도중 방향 전환등의 이유로 순간 정지 했을 때 자이로의 오프셋의 표본 평균을 구하여 현재 자이로 오프셋에 비하여 확률적으로 차이가 큰 경우에(S80), 일정 시간 동안 정지하여 자이로 오프셋값을 보정한다(S90).

<48> 상기 본 발명의 상세한 설명에서 행해진 구체적인 실시 양태 또는 실시예는 어디까지나 본 발명의 기술 내용을 명확하게 하기 위한 것으로 이러한 구체적 실시예에 한정해서 협의로 해석해서는 안되며, 본 발명의 정신과 다음에 기재된 특허 청구의 범위내에서 여러가지 변경 실시가 가능한 것이다.

**【발명의 효과】**

<49>       이상에서 상세히 설명한 바와같이 본 발명은, 로봇 청소기의 자이로 센서값을 일정 시간이 경과한 후 정지했거나, 정지했을 때의 자이로 센서값의 오프셋이 이 급격하게 변했거나, 청소 단계가 변했을 때, 자이로의 오프셋값을 보정하여 로봇 청소기의 방향 오차를 보상함으로써 자이로 센서의 오프셋 변화에 의한 방향 오차를 최소화하는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

자이로 센서에 의해 위치정보의 방향정보를 계산하는 로봇 청소기에 있어서,

자이로 오프셋 보정 모드이면, 로봇 청소기를 일정시간 정지시킨후, 자이로 오프셋을 수집하는 단계와;

수집한 자이로 오프셋으로부터 평균과 표준편차를 구하는 단계와;

상기 평균과 표준편차를 이용하여, 확률적으로 노이즈인 자이로 오프셋을 배제한 값들을 평균하여 새로운 자이로 오프셋을 구하는 단계와;

새로운 자이로 오프셋에 의해 방향오차를 보상하는 단계로 수행함을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 2】**

제1 항에 있어서, 자이로 오프셋 보정모드는

로봇 청소기가 벽을 따라가면서 청소를 수행하는 단계의 시작시점에 발생하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 3】**

제1 항에 있어서, 자이로 오프셋 보정모드는,

파악된 청소영역에 대한 지도정보를 만들고 그 지도정보를 이용하여 일정 패턴으로 청소를 수행하는 단계의 시작 시점에 발생하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 4】**

제1 항에 있어서, 자이로 오프셋 보정모드는,

청소가 완료되어, 로봇 청소기가 충전기로 이동하는 단계의 시작 시점에 발생하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 5】**

제1 항에 있어서, 자이로 오프셋 보정모드는,

청소작업을 수행하다가, 정해진 일정시간 간격으로, 로봇청소기가 정지하는 시점에 발생하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 6】**

제1 항에 있어서, 자이로 오프셋 보정모드는,

로봇 청소기의 순간 정지시, 자이로 오프셋의 표본평균이 현재 자이로 오프셋에 비하여 확률적으로 큰 차이가 나는 경우에 발생하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

**【청구항 7】**

제6 항에 있어서, 자이로 오프셋의 표본평균은, 하기의 수학식에 의해 연산하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

[ 수학식 ]

$$G_{\text{offset}} = \frac{\sum_{i=1}^S G_i}{S}$$

여기서,  $S < N$

## 【청구항 8】

제1 항에 있어서, 수집한 자이로 오프셋으로부터 평균과 표준편차를 구하는 단계는,  
 평균과 표준편차를 하기의 수학식에 의해 연산하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의  
 자이로 오프셋 보정방법.

[수학식]

$$m_{G,1} = \frac{\sum_{i=1}^N G_i}{N}, \quad \sigma_{G,1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (G_i - m_{G,1})^2}{N}$$

## 【청구항 9】

제1 항에 있어서, 확률적으로 노이즈인 자이로 오프셋을 배제한 값들을 평균하여 새로운  
 자이로 오프셋을 구하는 단계는,

자이로 오프셋을 하기의 수학식에 의해 연산하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자  
 이로 오프셋 보정방법.

[수학식]

$$G_{\text{offset}} = m_{G,2} = \frac{\sum_{i=1}^N G_i V_i}{\sum_{i=1}^N V_i}$$

여기서,  $|G_i - m_{G,1}| < k_1 \sigma_{G,1}$ 이면  $V_i$ 는 '1'이고,  $|G_i - m_{G,1}| \geq k_1 \sigma_{G,1}$ 이면  $V_i$ 는 '0'이다.

## 【청구항 10】

제1 항에 있어서, 새로운 자이로 오프셋에 의해 방향오차를 보상하는 단계는

자이로 오프셋이 이전 자이로 오프셋에서 새로운 자이로 오프셋으로 선형적으로 변화되면, 그 기간동안의 자이로 오프셋에 의한 회전량을 계산하여, 그 회전량을 이전 자이로 오프셋에 의한 회전량에서 감산하여 회전량 오차를 보상하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

【청구항 11】

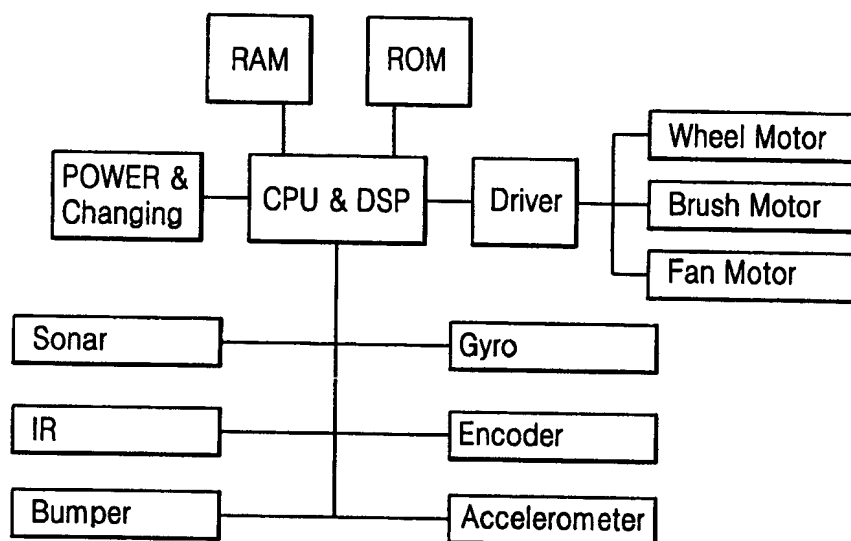
제 10항에 있어서, 보상된 회전량은, 하기의 수학식으로 연산되는 것을 특징으로 하는 로봇 청소기의 자이로 오프셋 보정방법.

[ 수학식 ]

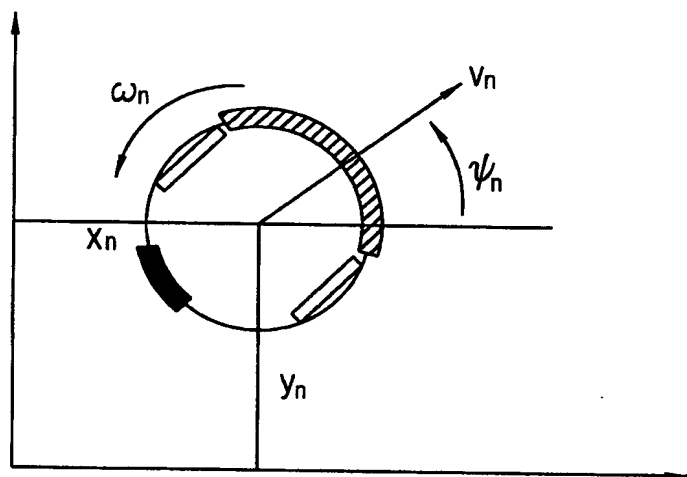
$$\Psi_{n+1} = \Psi_{n+1} - \Psi_{\text{compen}} = \Psi_{n+1} - \frac{1}{2} (G_{\text{offset},n} - G_{\text{offset},o})(t_n - t_o)$$

【도면】

【도 1】

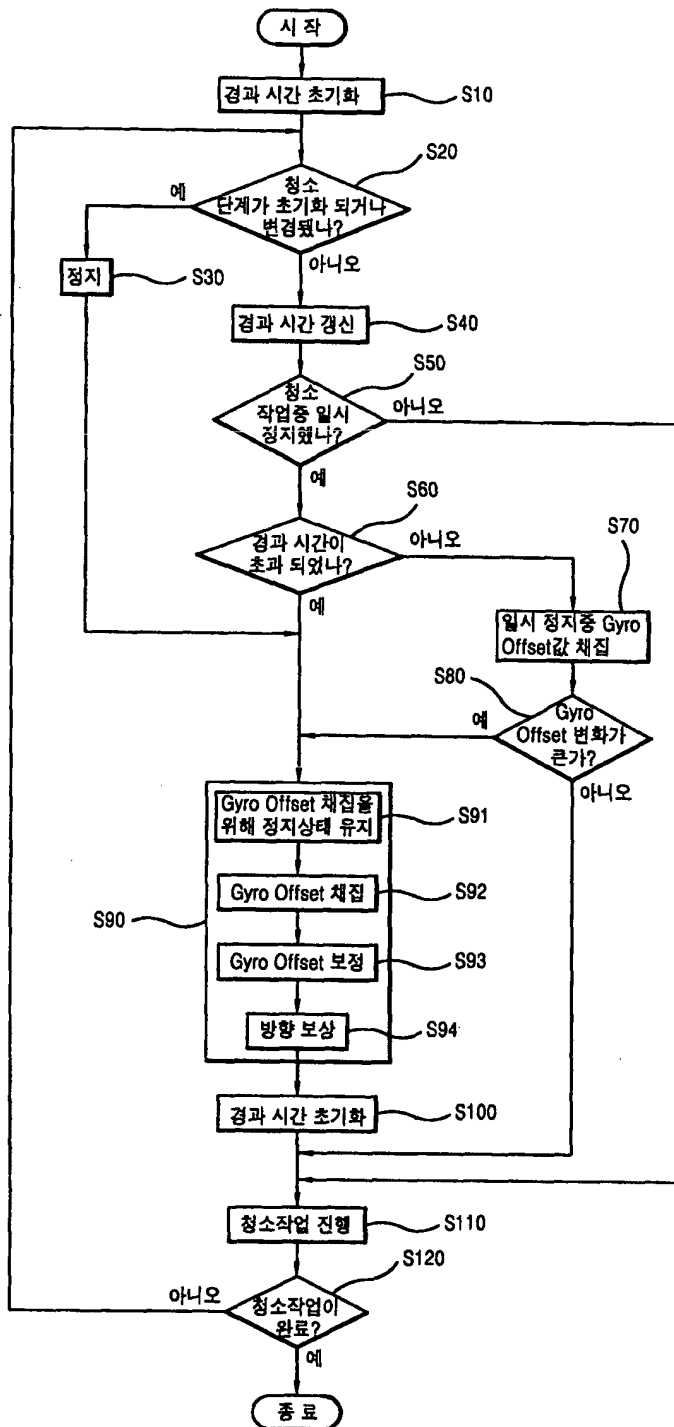


【도 2】





【도 3】



【도 4】

